

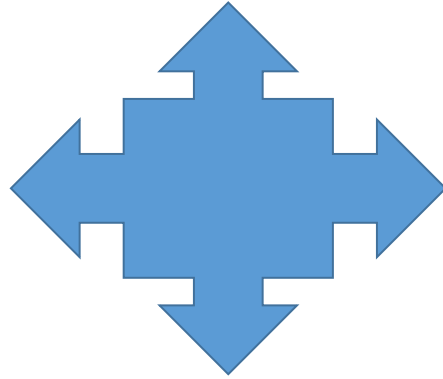


Señales bioeléctricas generalidades, tipos de registro

Enzo Aguilar Vidal, Ph.D

Procesamiento de
Señales/datos

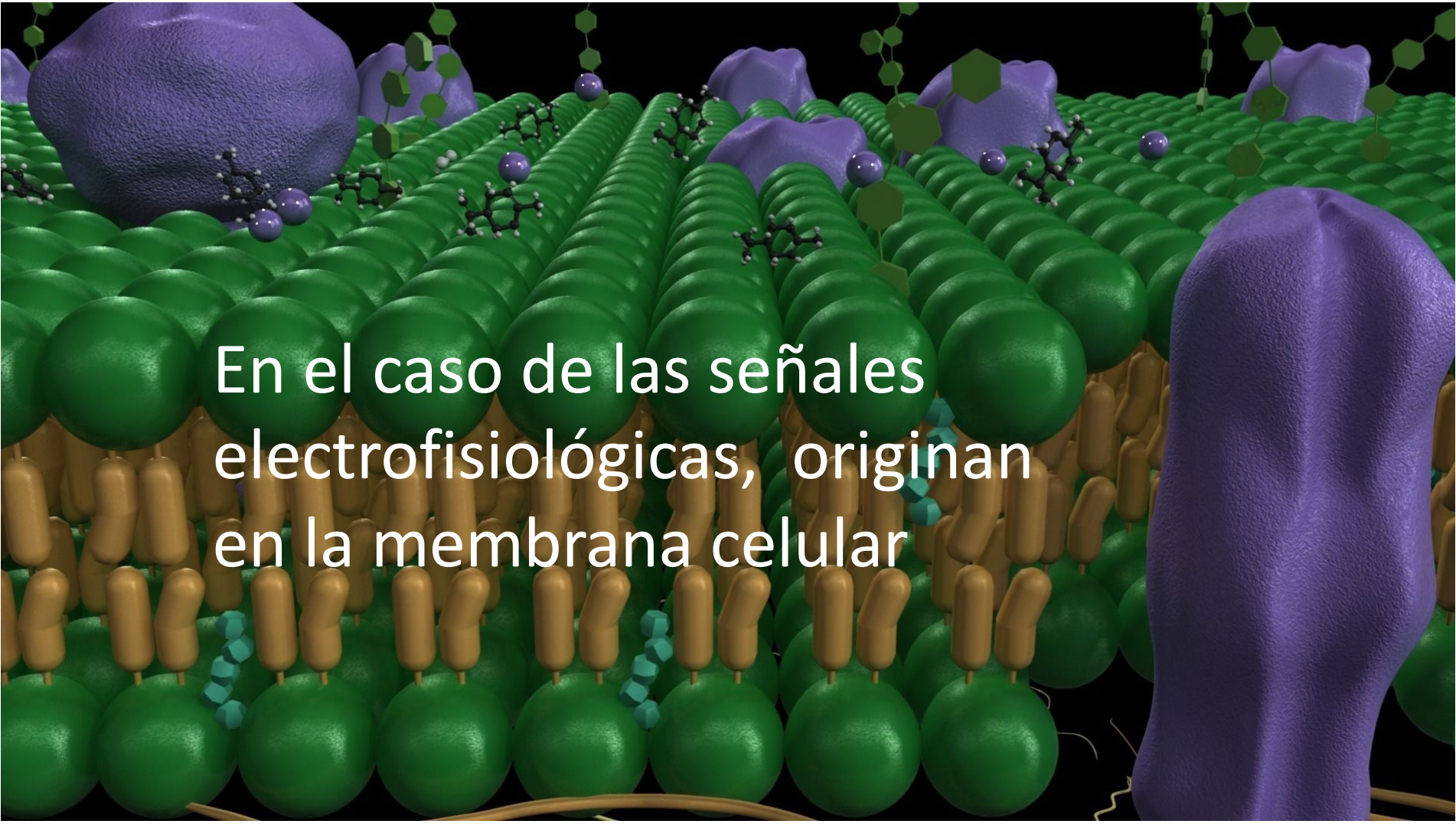
Electrónica



Señales
Bioeléctricas

Registros
electrofisiológicos

¿Qué es una señal Bioeléctrica?

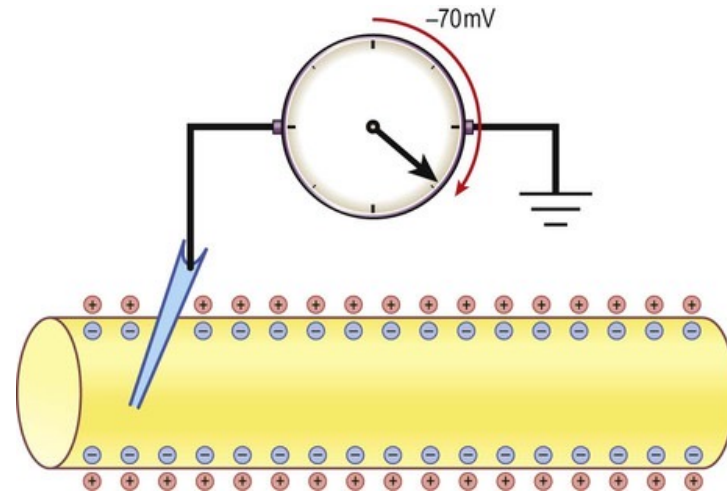


En el caso de las señales
electrofisiológicas, originan
en la membrana celular

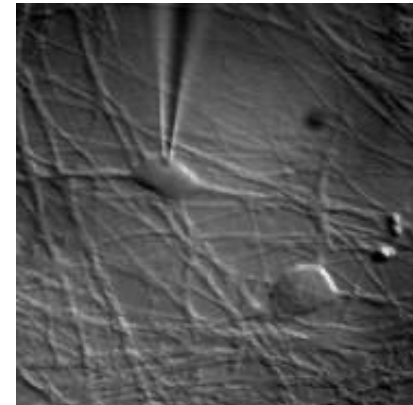
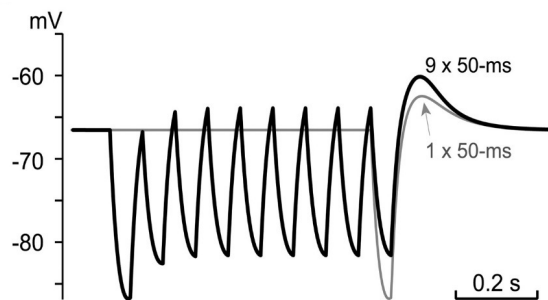
Deben ser captadas



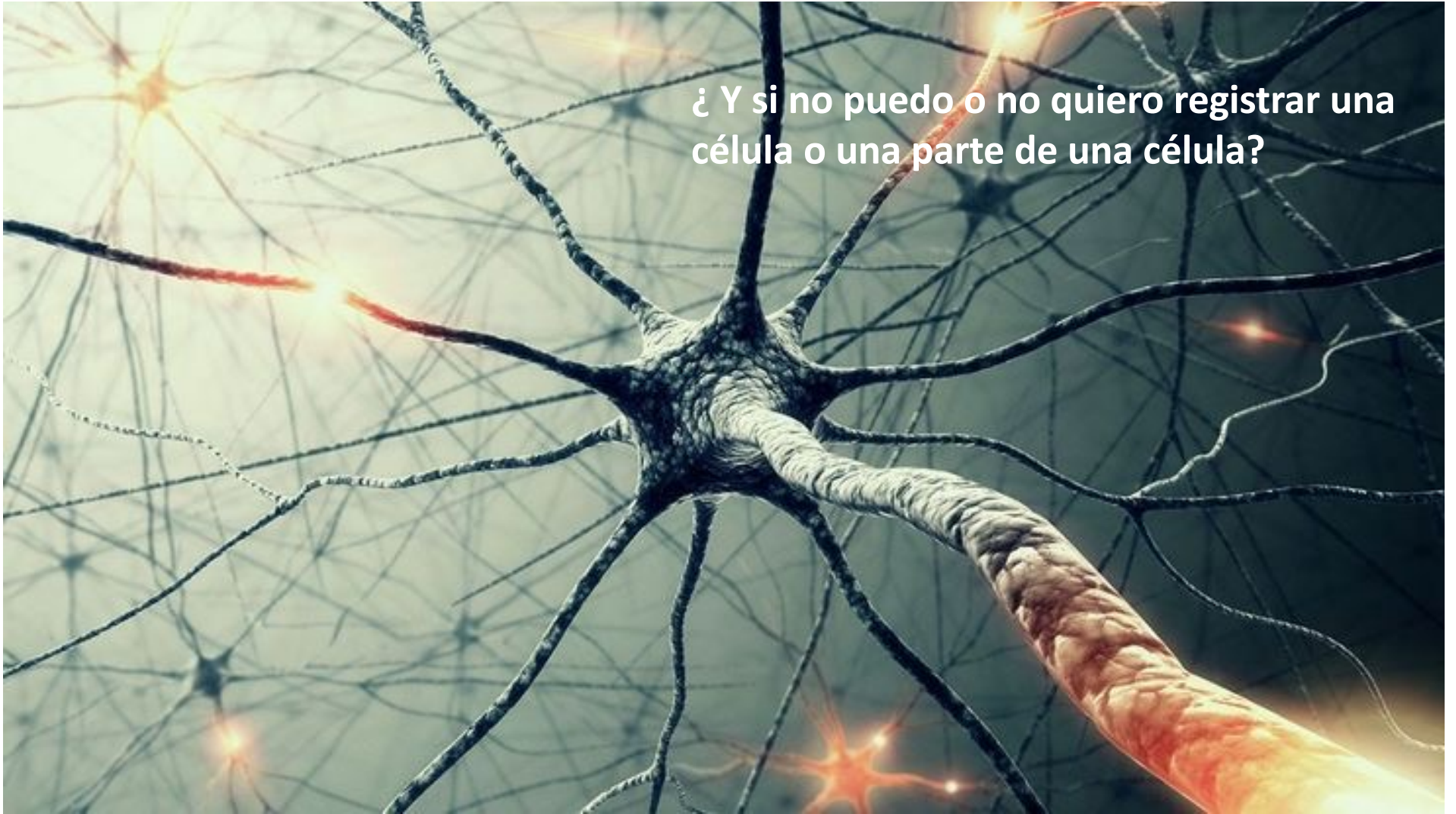
Registro



Electrodos



¿ Y si no puedo o no quiero registrar una célula o una parte de una célula?





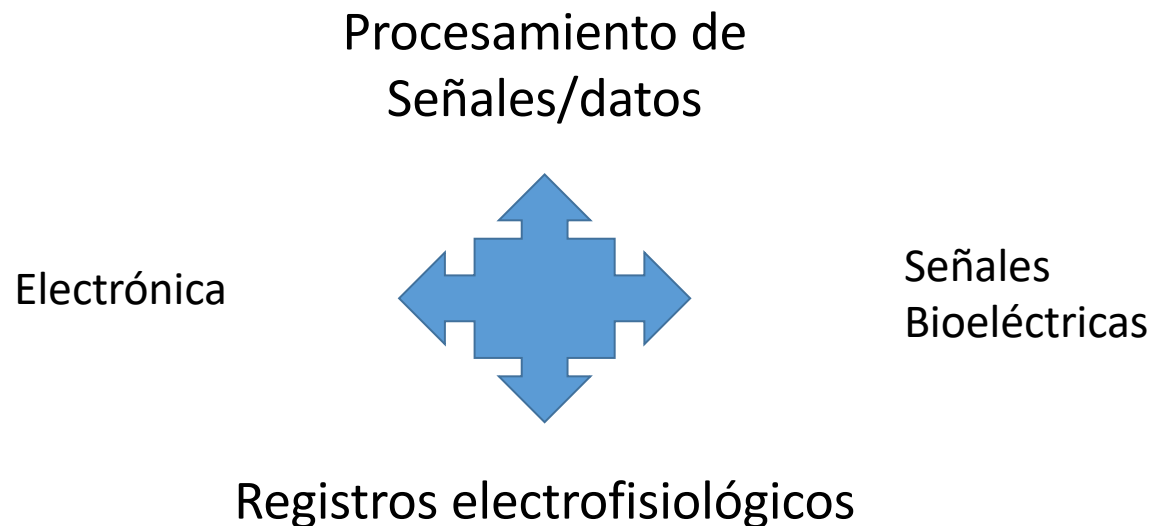
Señal

Dato

Ruido



Lo importante siempre lograr contextualizar la señal que queremos registrar, procesar y analizar



Rango de precios

bajo

NeuroSky
(<http://neurosky.com/>)

Muse
(<https://choosemuse.com/>)

Emotiv
(<https://www.emotiv.com/>)

OpenBCI
<https://openbci.com/>)

Alto

Synamps
(<https://compumedicsneuroscan.com/>)

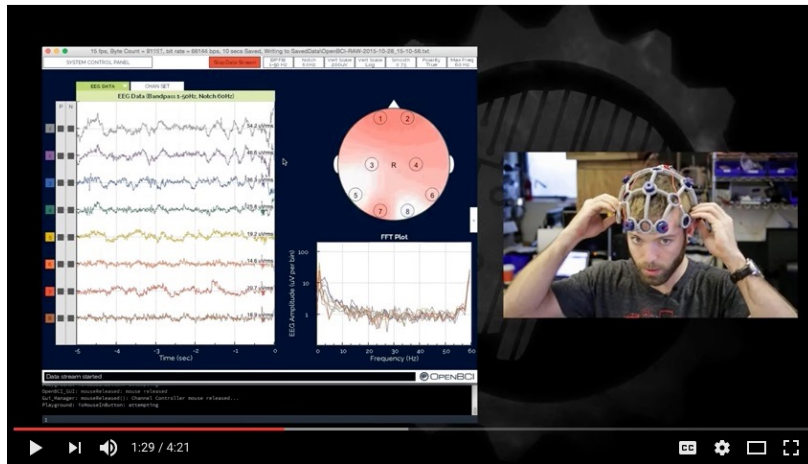
Biosemi
(<https://www.biosemi.com/>)

medio

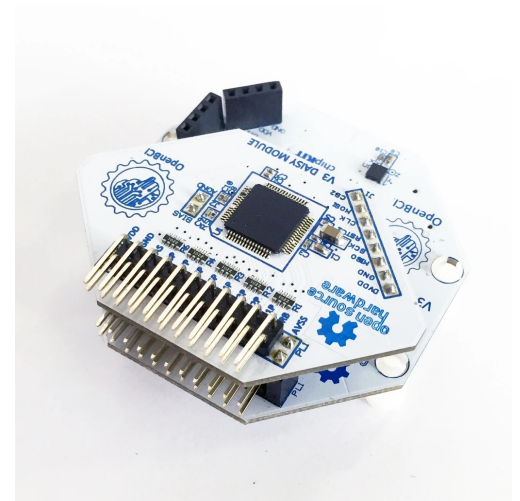
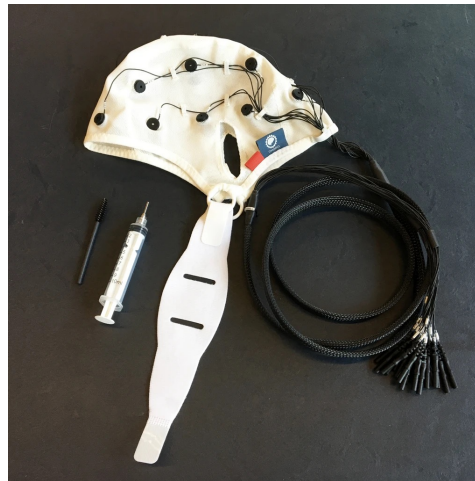
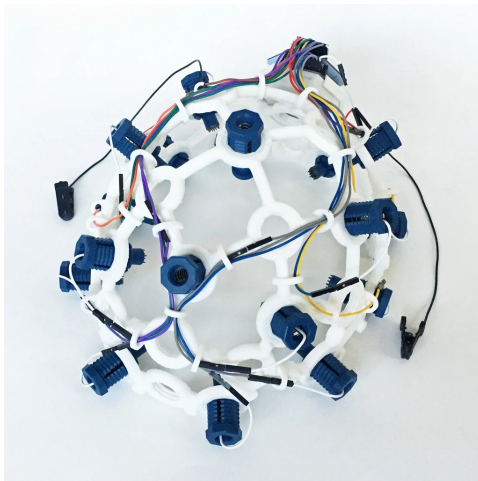
Neuroelectrics
(<https://www.neuroelectrics.com/>)

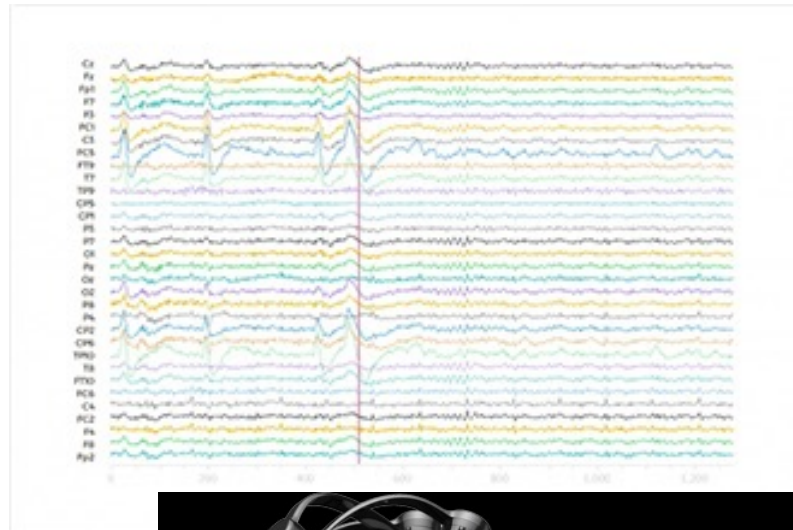
Biosemi
(<https://www.biosemi.com/>)

Brianproducts
(<https://www.brainproducts.com/index.php>)

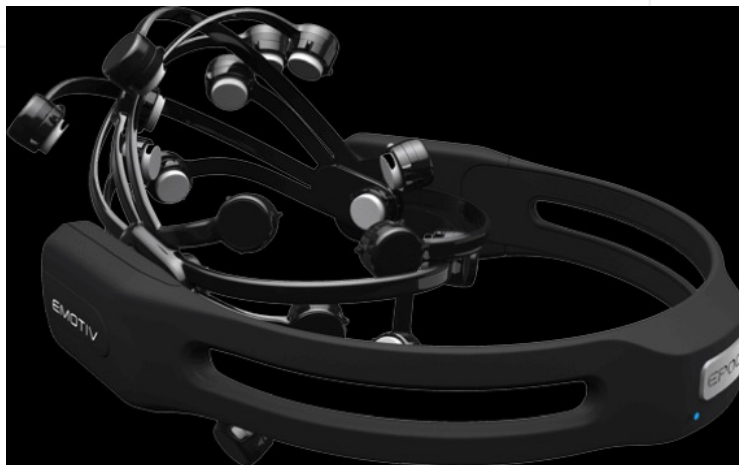


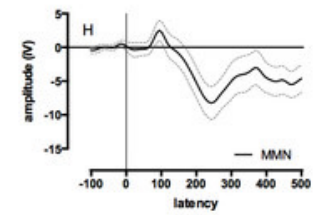
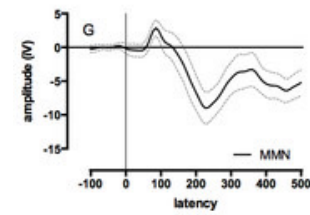
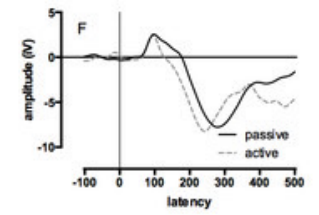
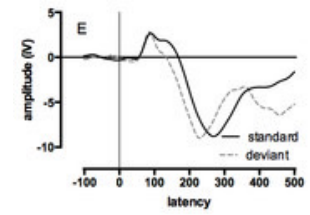
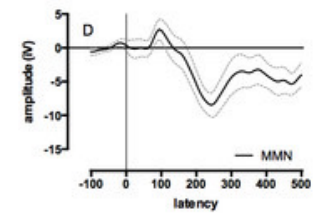
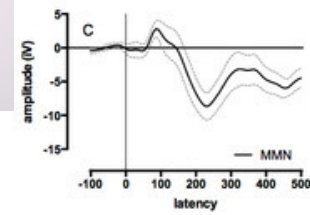
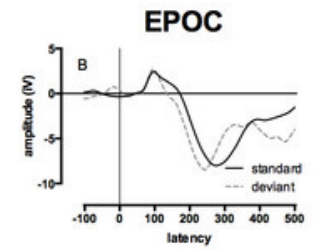
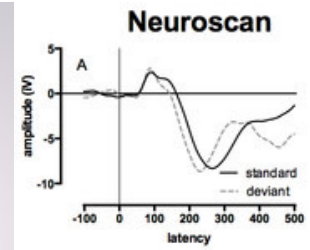
Open BCI





Emotiv





Actividad/origen

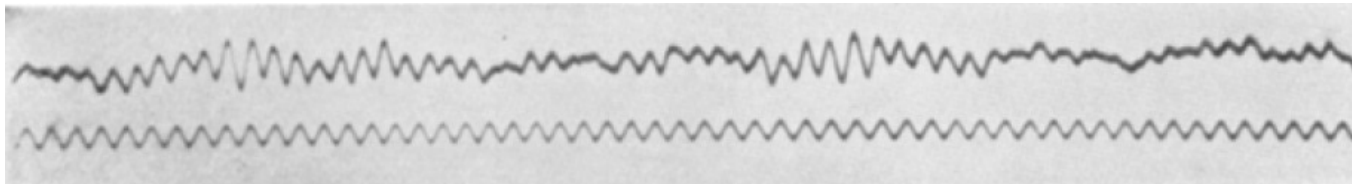


captura

Registro



Registro Amplificación Conversión
A/D Procesamiento
/ análisis



Berger,. *Archives für Psychiatrie*. 1929; 87:527-70

Registro

Amplificación

Conversión
A/D

Procesamiento
/ análisis

Intracelular

Voltage clamp

Current clamp

Patch-clamp

10 extraordinary papers

Many generations of experiments then were carried out to see whether direct CP violation exists. The measurement required extremely high precision, and after many improvements over 25 years, direct CP violation was finally confirmed^{15,16}. Together with the observation of CP-symmetry breaking in B mesons (mesons that contain a bottom quark)^{17,18}, the theoretical model was confirmed, and helped to establish the standard model of particle physics, which is the current explanation of the Universe's particles and forces.

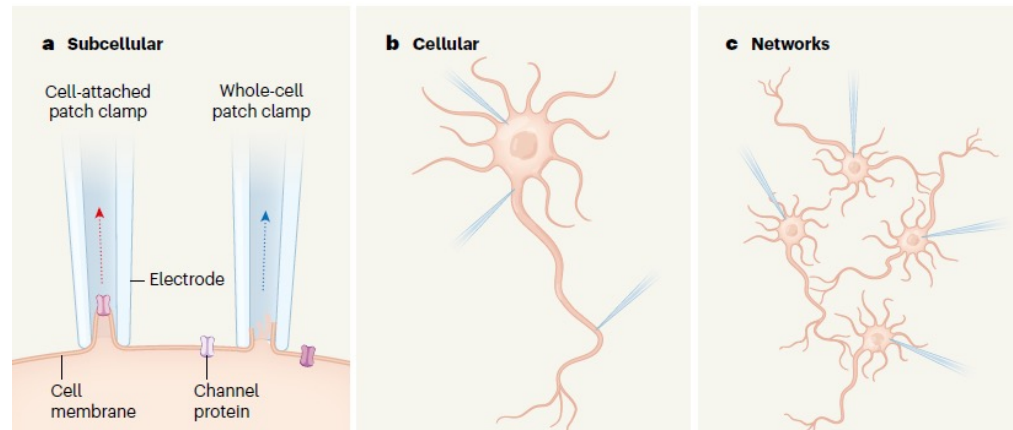
However, the standard model is not complete. For instance, it cannot explain why the Universe contains so little antimatter, nor what the mysterious substance called dark matter is. Researchers are therefore trying to

Neuroscience

Neuronal signals thoroughly recorded

Alexander D. Reyes

Originally developed to record currents of ions flowing through channel proteins in the membranes of cells, the patch-clamp technique has become a true stalwart of the neuroscience toolbox.



Registro

Amplificación

Conversión
A/D

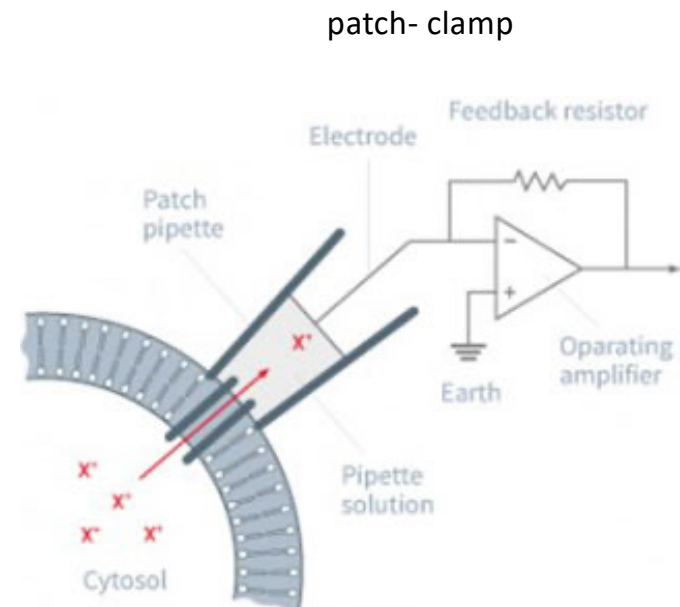
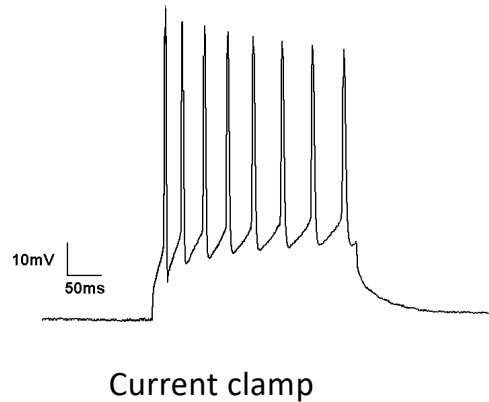
Procesamiento
/ análisis

Intracelular

Voltage clamp

Current clamp

Patch-clamp

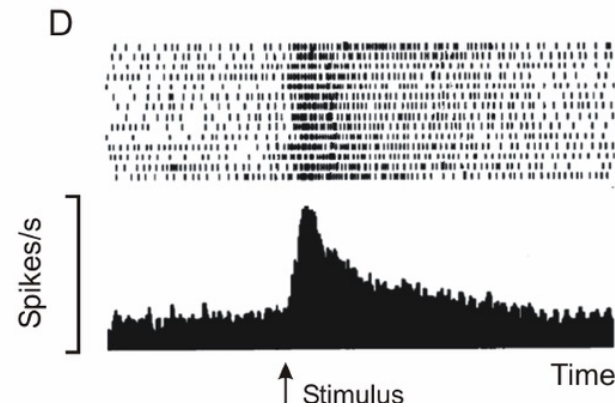
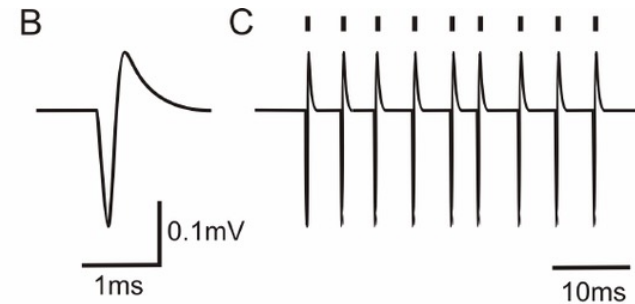
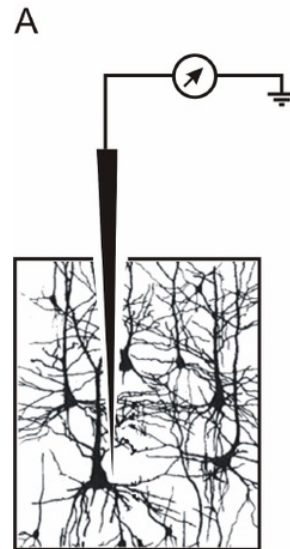


Registro Amplificación Conversión Procesamiento A/D / análisis

Extracelular

Single-unit

Multi-unit



Registro Amplificación Conversión A/D Procesamiento / análisis

Extracelular

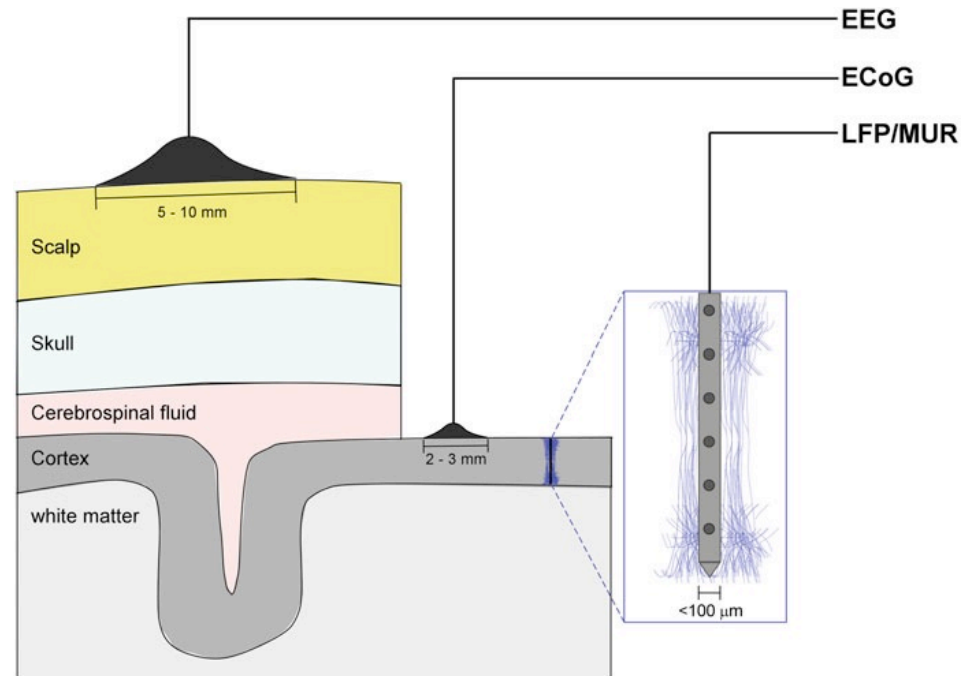
Single-unit

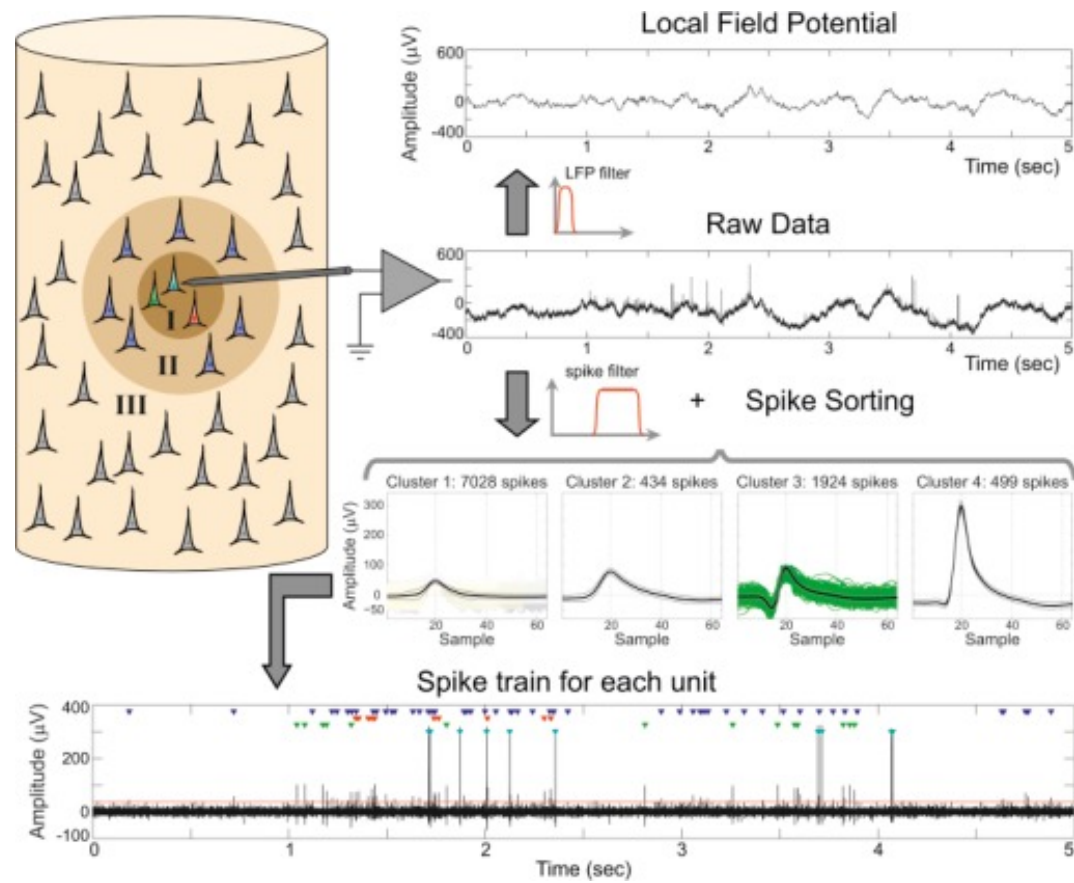
Multi-unit

Field potentials

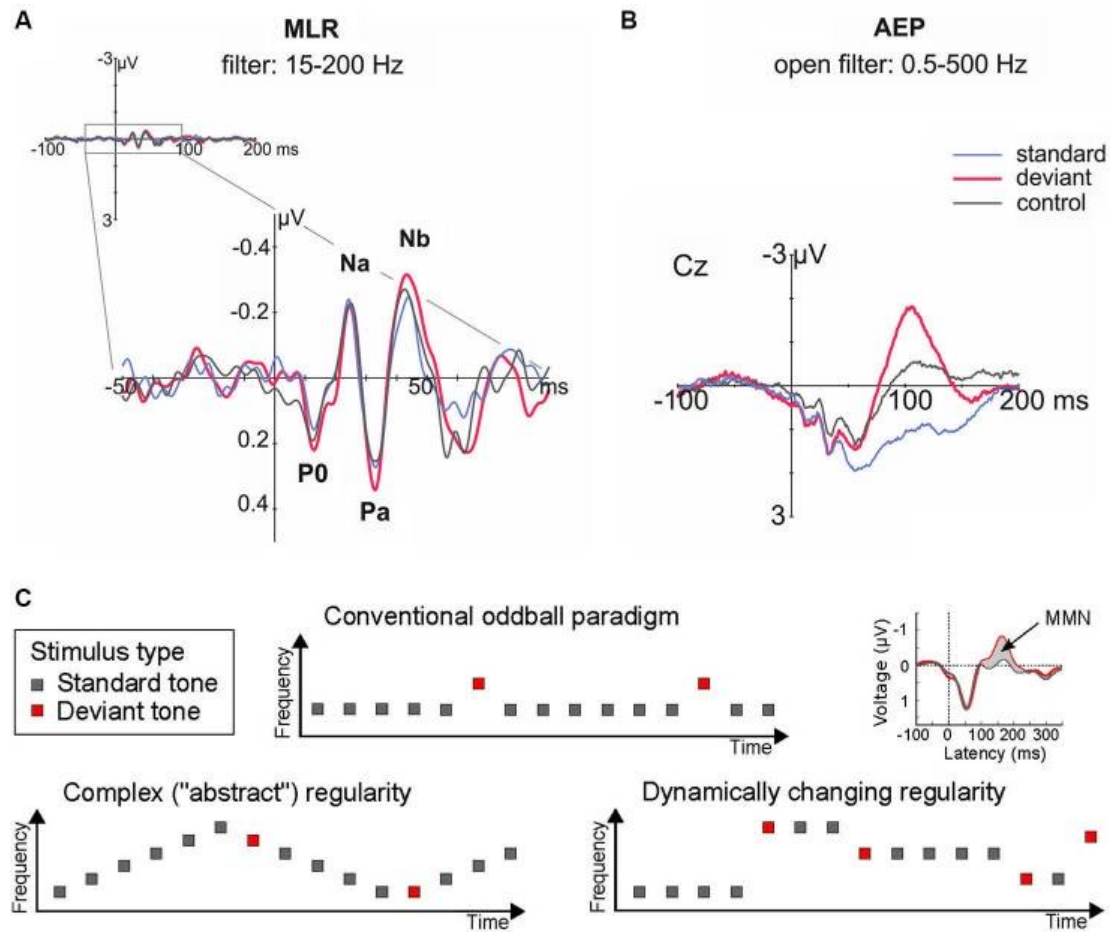
Local field potential

Far field potential





Rey HG, Pedreira C, Quian Quiroga R - Brain research bulletin (2015)



Malmierca, 2019

<https://en.wikipedia.org/wiki/Electrophysiology>

Electrodos

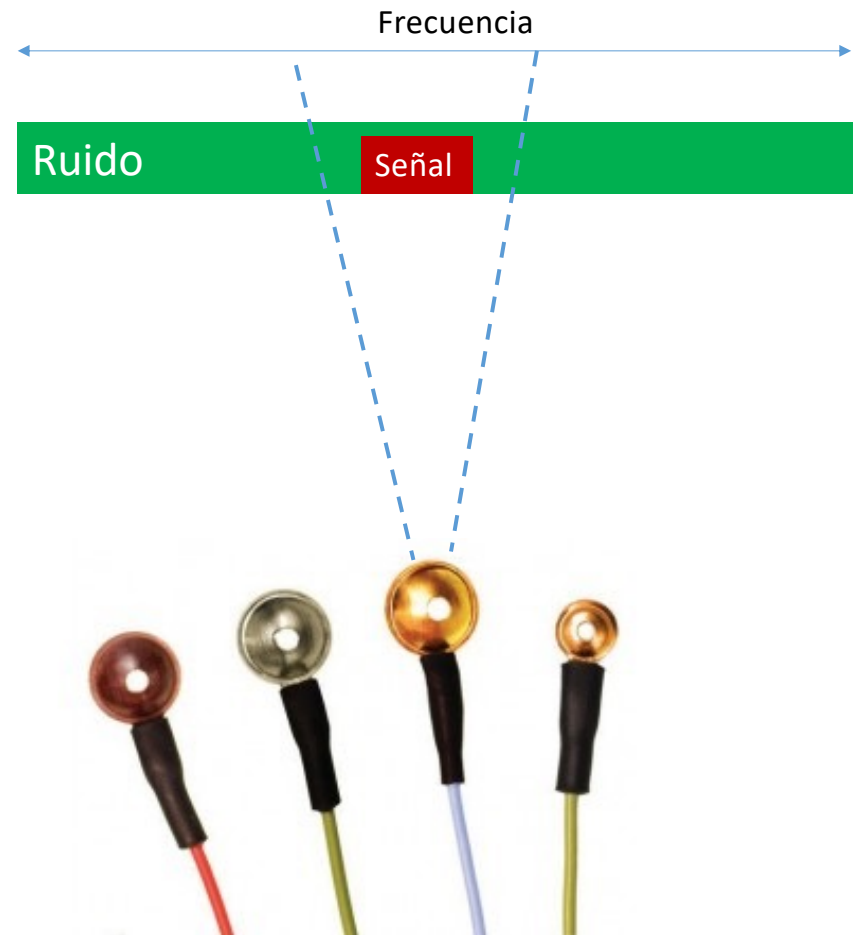
Constituyen la interfase entre piel del paciente y el instrumento

En el caso de los registros de campo lejano, usualmente contruidos de metal (oro, plata, bronce)

Contactan a través de una preparación electrolítica con la piel, que favorece la conducción

Alta/baja impedancia

Pasivos/Activos



Registro

Amplificación

Conversión A/D

Procesamiento / análisis

Registro **Amplificación** Conversión Procesamiento
A/D / análisis

Pre-amplificador:

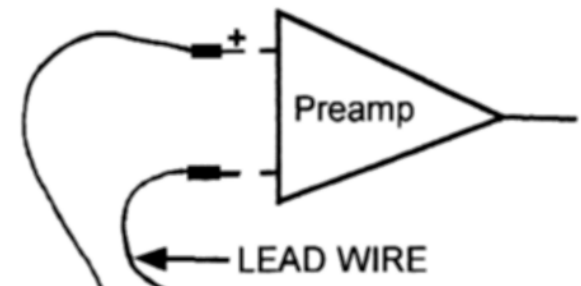
Disminuye el ruido electrostático y electromagnético

Disminuye la necesidad de amplificación

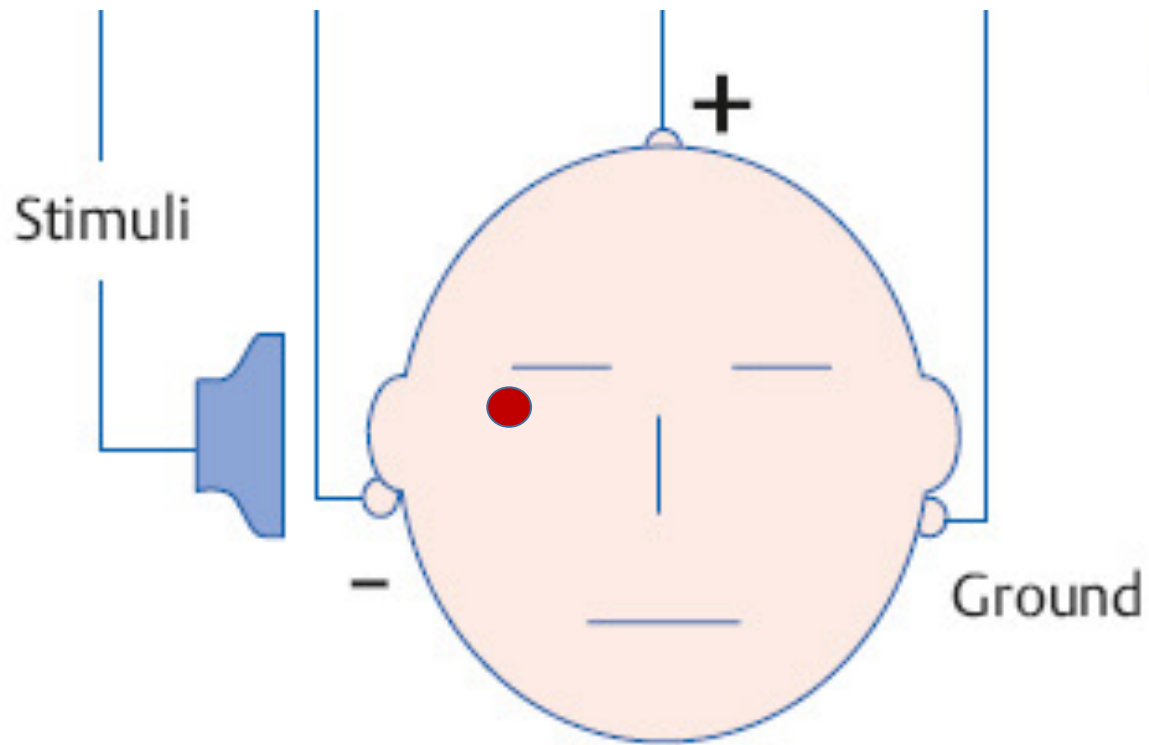
Mejora relación señal/ruido

Disminuye la pérdida de señal a lo largo de los cables

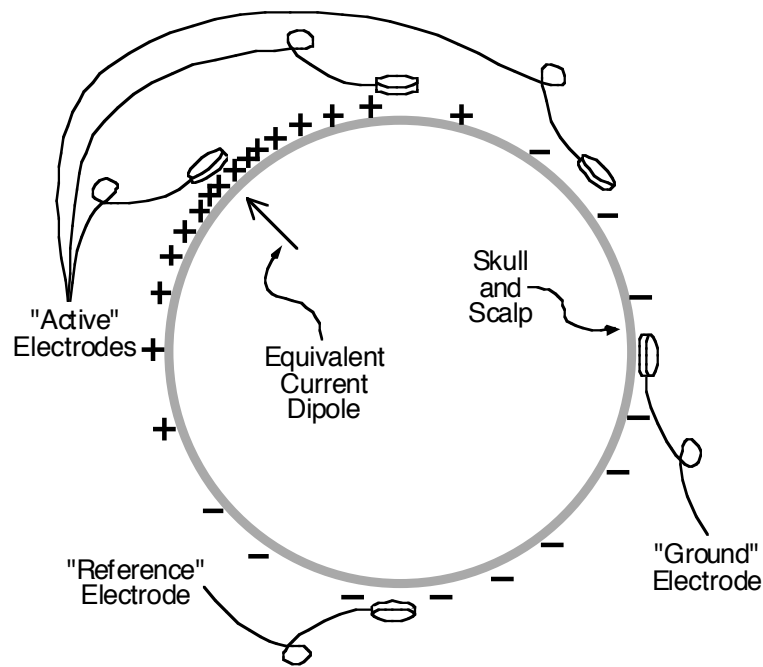
Rechazo de ruido.



Amplificación diferencial



Amplificación diferencial



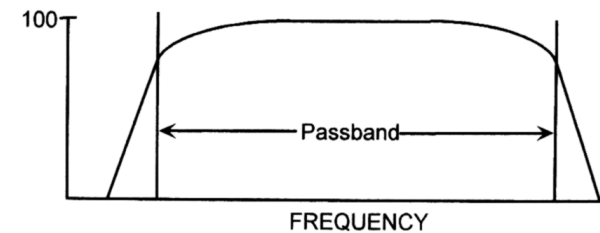
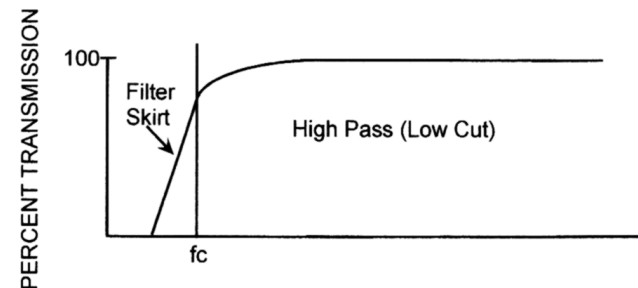
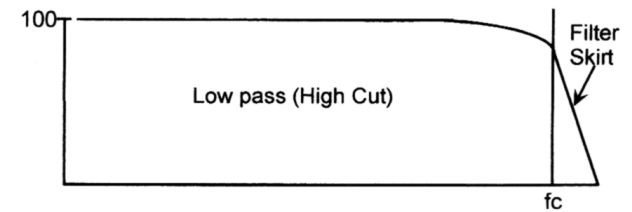
from Luck, Steven J. (2005)

$$(A - G) - (R - G) = A - R$$

Importancia de Z de
electrodos

Filtrado

- Filtros:
 - Filtros pasa-alto.
 - EEG-EEC-ACTIVIDAD MUSCULAR.
 - Filtro pasa-bajo.
 - Filtros notch.
 - FRECUENCIA ESPECÍFICA.



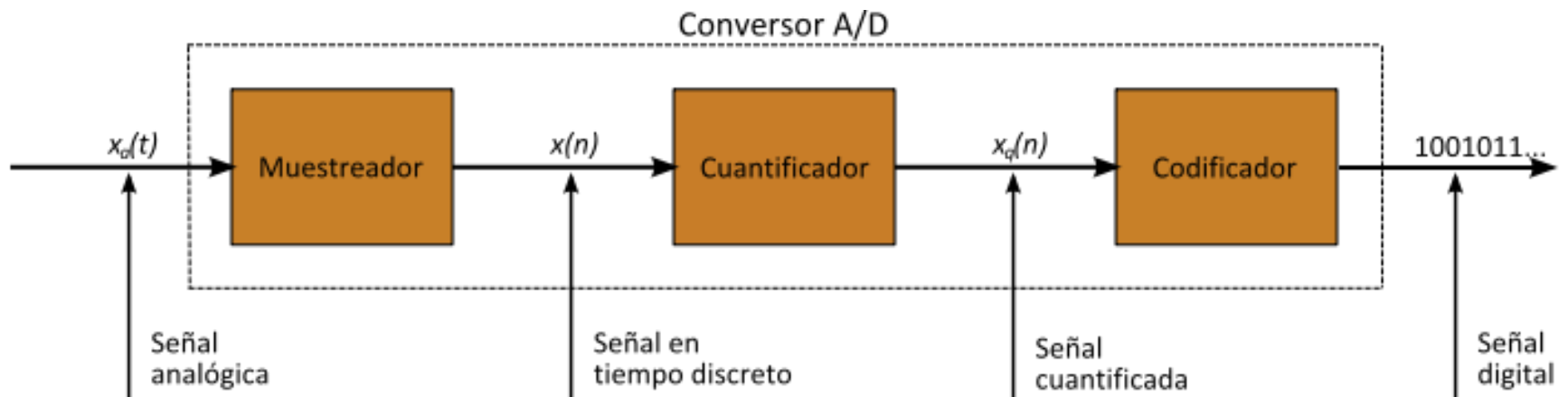
Registro

Amplificación

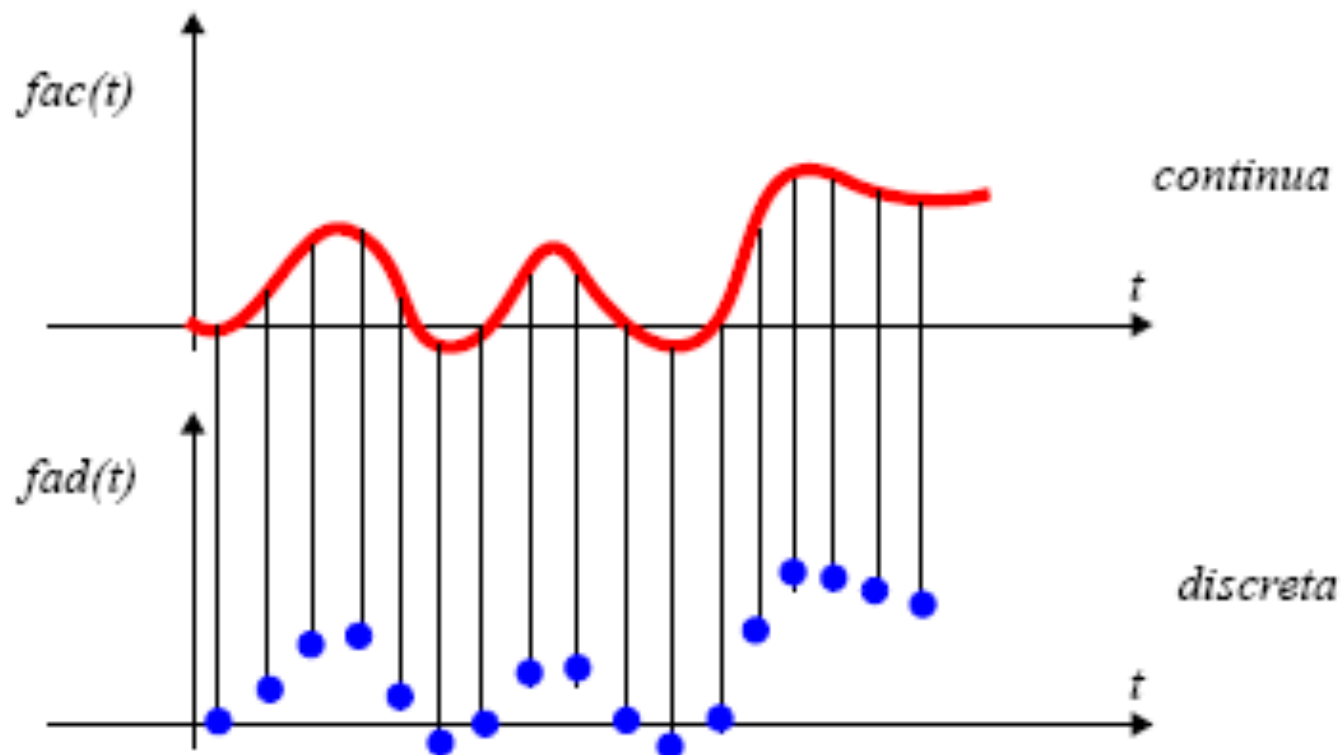
Conversión A/D

Procesamiento / análisis

Digitalización



Jmcalderson - Trabajo propio, Dominio público,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2526927>

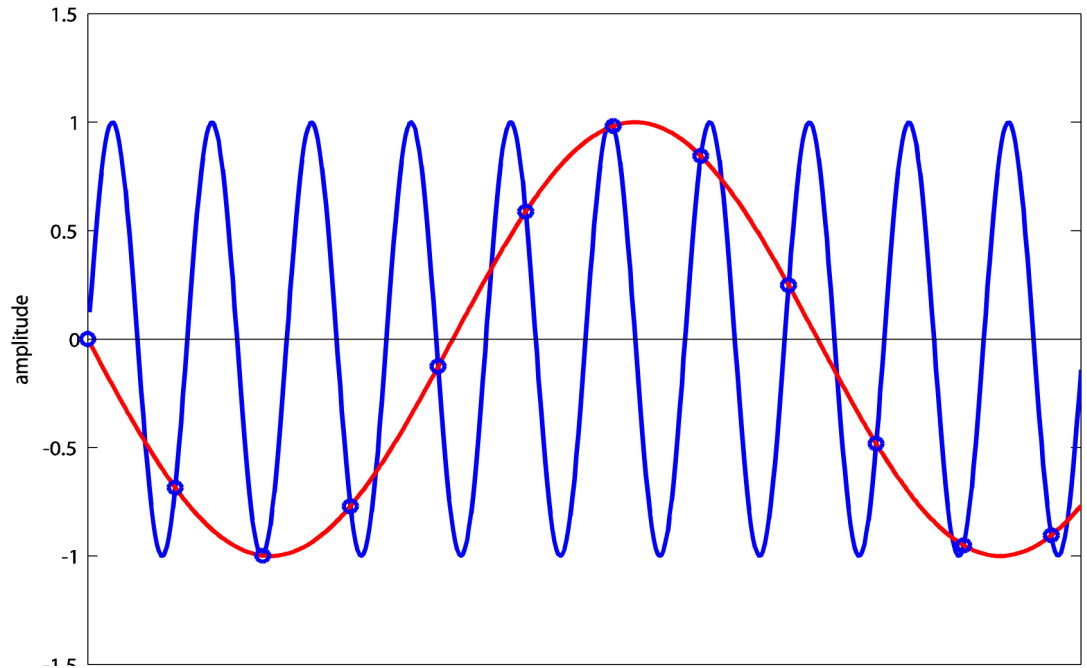


Discretización

Muestreo

Corresponde a la discretización temporal

Cuando es considerado un muestreo como adecuado?



Aliasing:

la señal original no puede ser reconstruida adecuadamente a partir de la señal digital



Adequately Sampled Signal



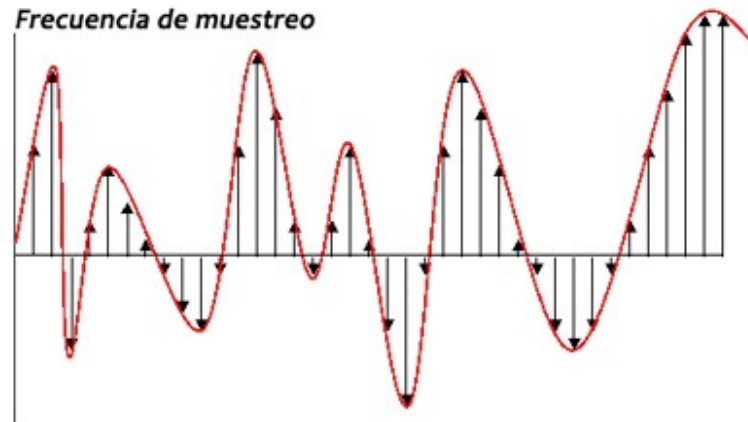
Aliased Signal Due to Undersampling

Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon:

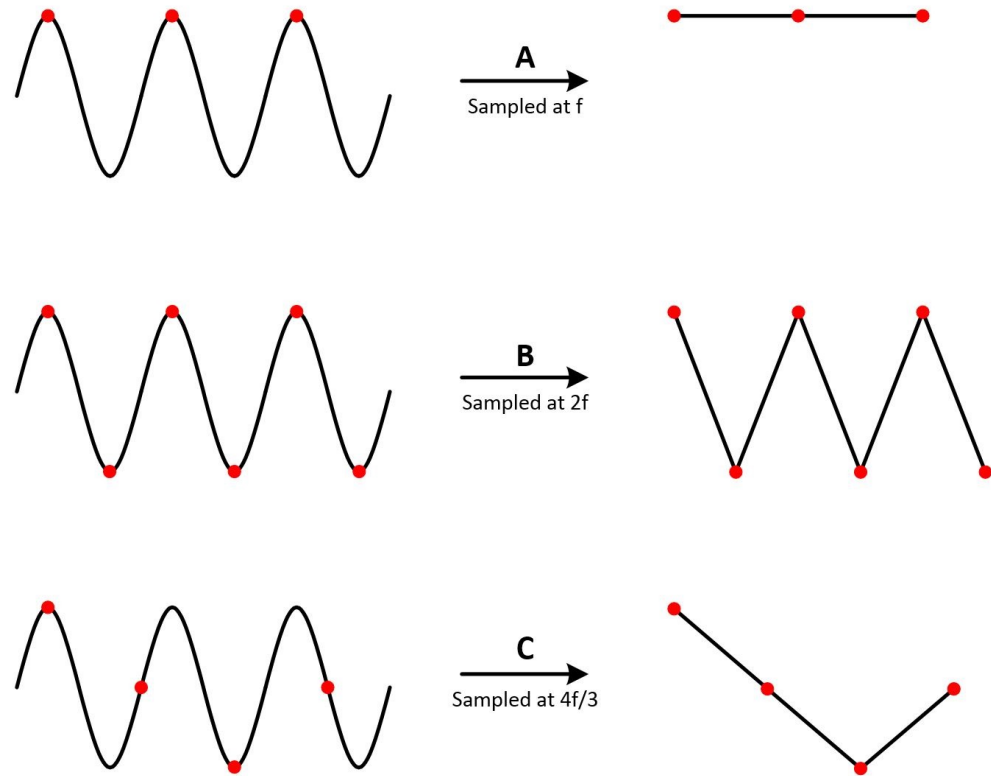
Sea $s(t)$ una señal limitada en banda, que no tiene componentes espectrales mayores que la frecuencia f_m Hz.

El Teorema del Muestreo Uniforme indica que $s(t)$ queda determinada de forma única (sin pérdida de información) por sus valores a intervalos uniformes de tiempo menores o iguales que $1/2f_m$ segundos. Es decir, la frecuencia de muestreo f_s debe de ser:

$$f_s \geq 2f_m$$

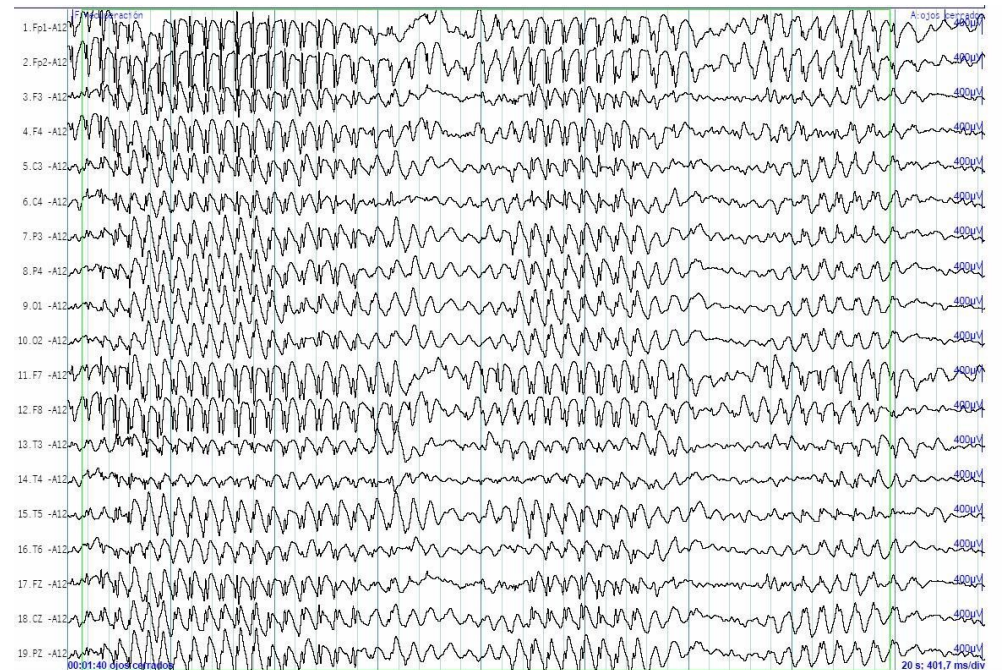


Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon



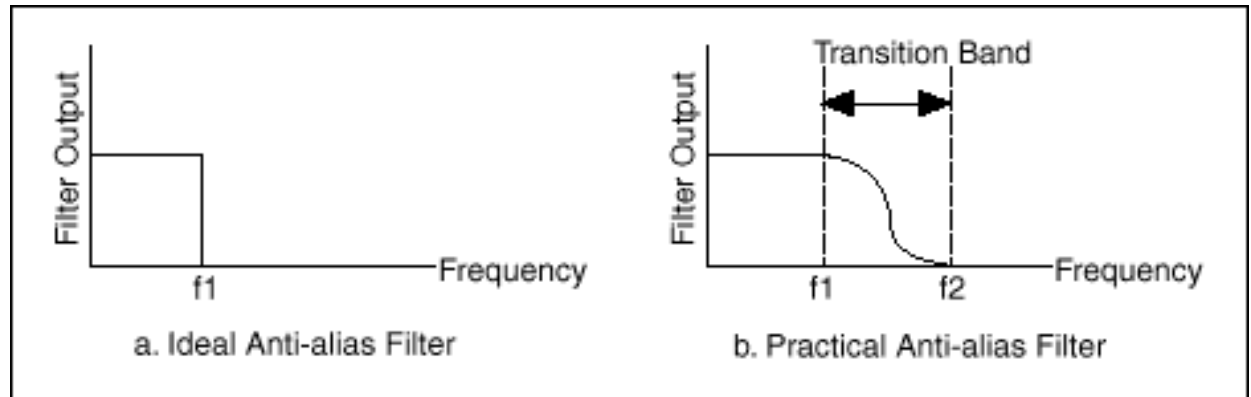
Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon

- En la práctica, cuando registramos señales bioeléctricas, la frecuencia de muestreo debe ser varias veces la frecuencia del máximo componente espectral **de la señal de interés**



Filtro anti-aliasing

- Corresponde a un filtro pasa bajo **analógico**, que limpia la señal antes de hacer una Conversión analógica-digital (previo al muestreo).
- Elimina frecuencias superiores a la frecuencia de muestreo
- Es necesario ya que al discretizar aparece una replica espectral de la señal muestreada desplazada a la frecuencia de muestreo y a sus múltiplos



Cuantificación: N° de bits

Estados de salida: 2^n

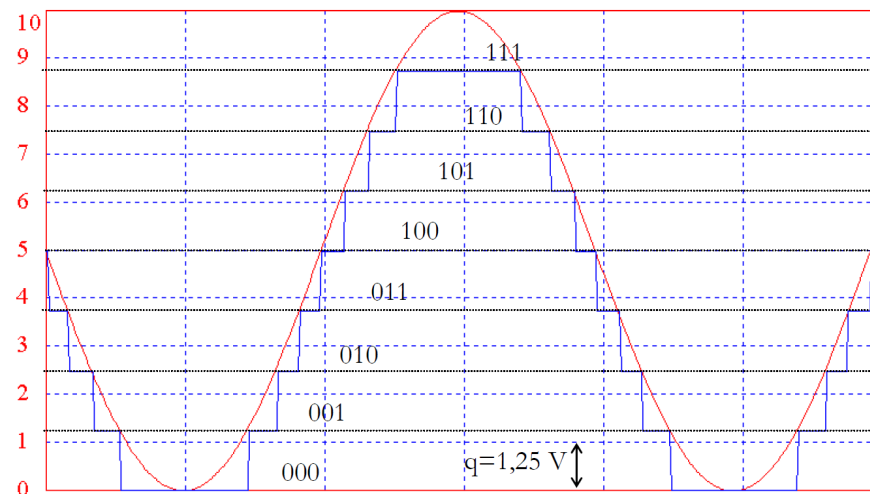
Resolución: $1/2^n$

Cuantificación uniforme

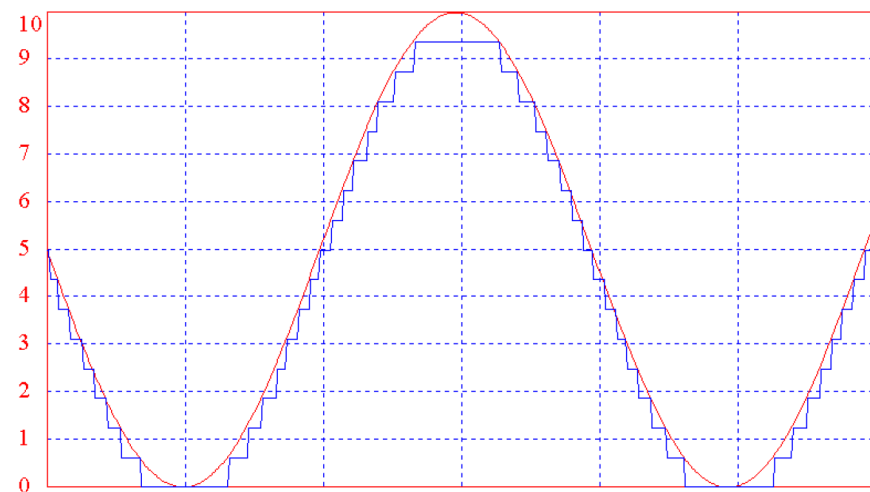
Cuantificación no uniforme

Resolución

3 bits

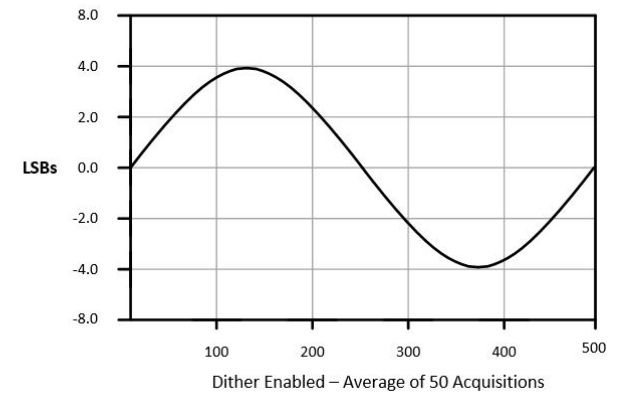
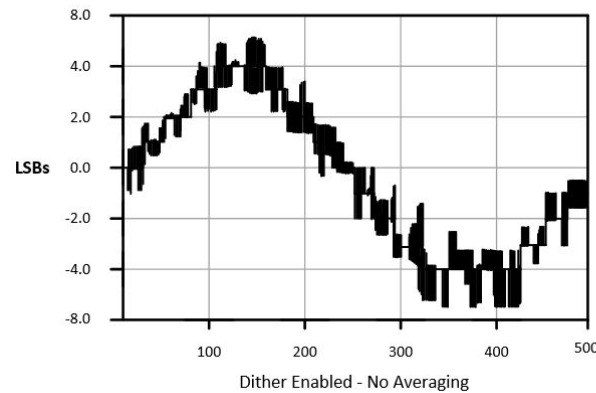
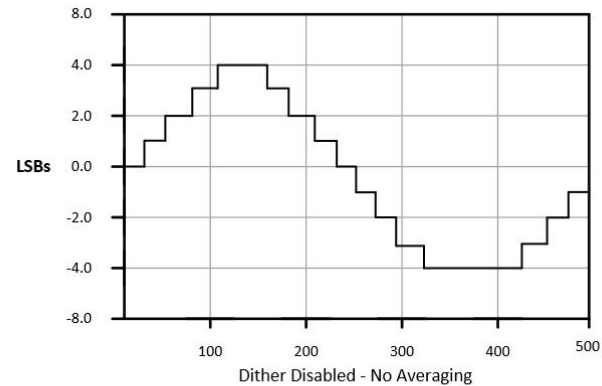


4 bits

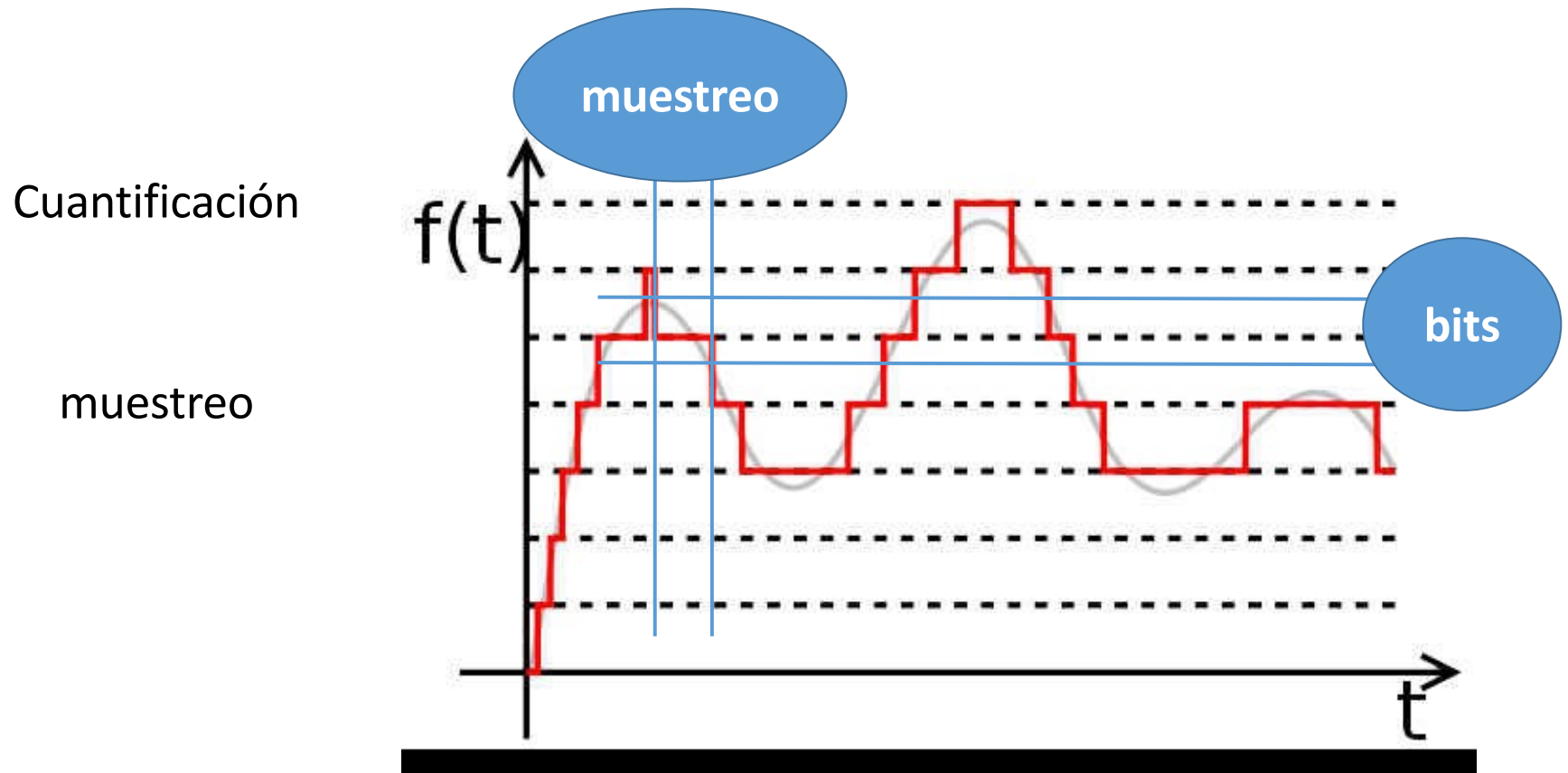


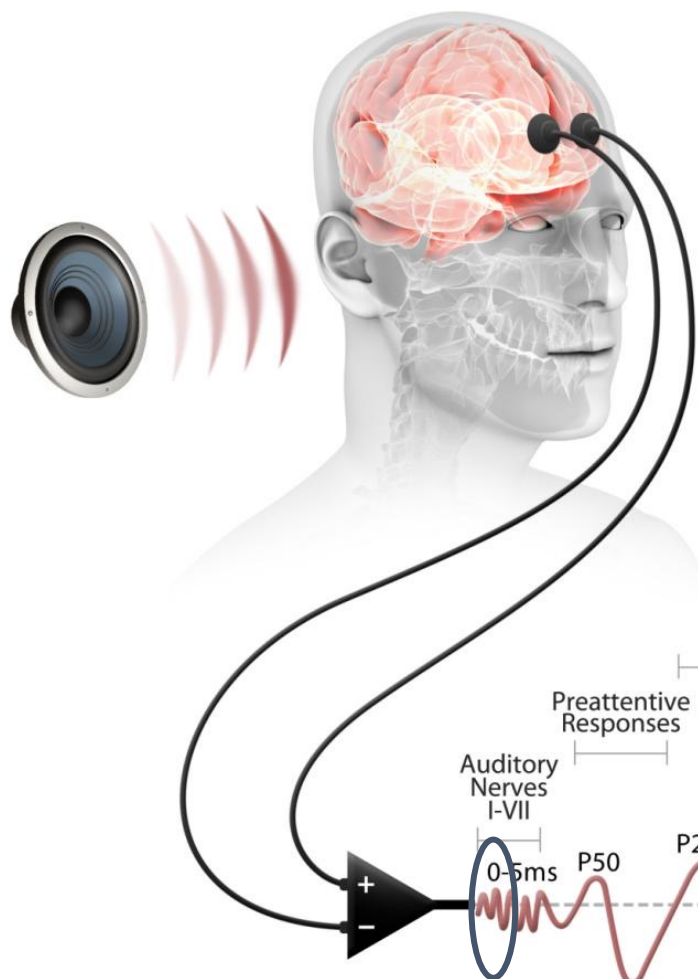
Dithering

Se incorpora intencionalmente a la señal de entrada, ruido aleatorio, con el objetivo de suavizar artificialmente la señal

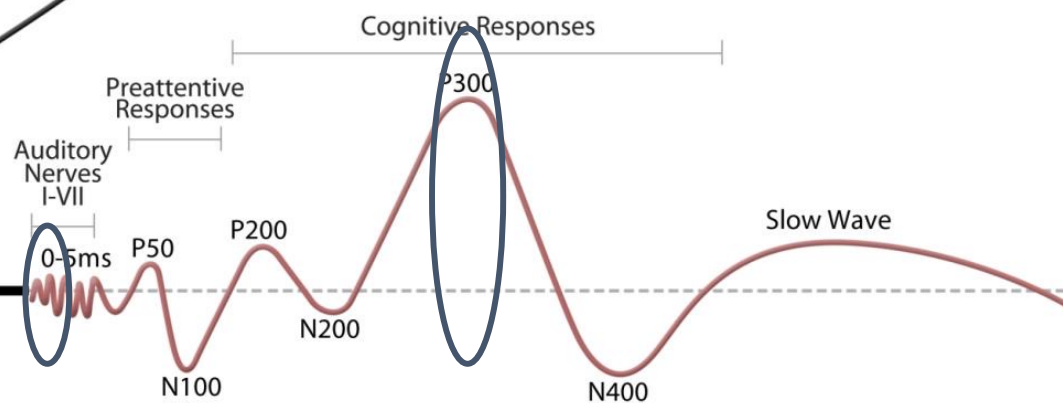


Conversión análogo-digital

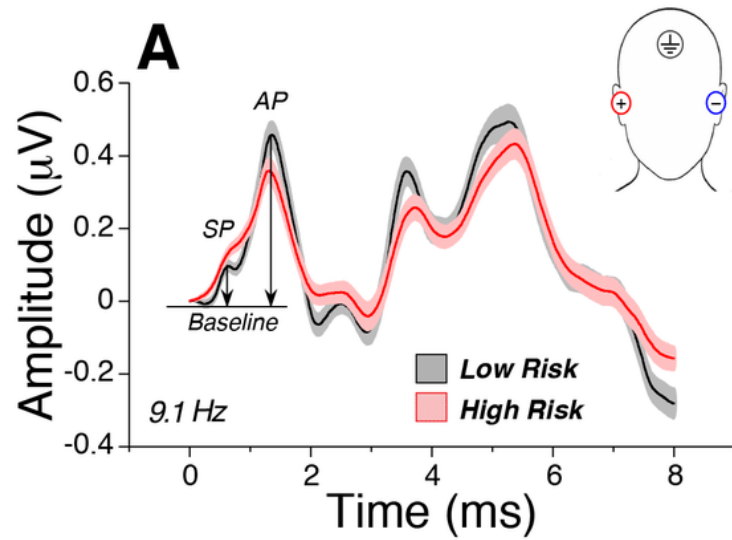




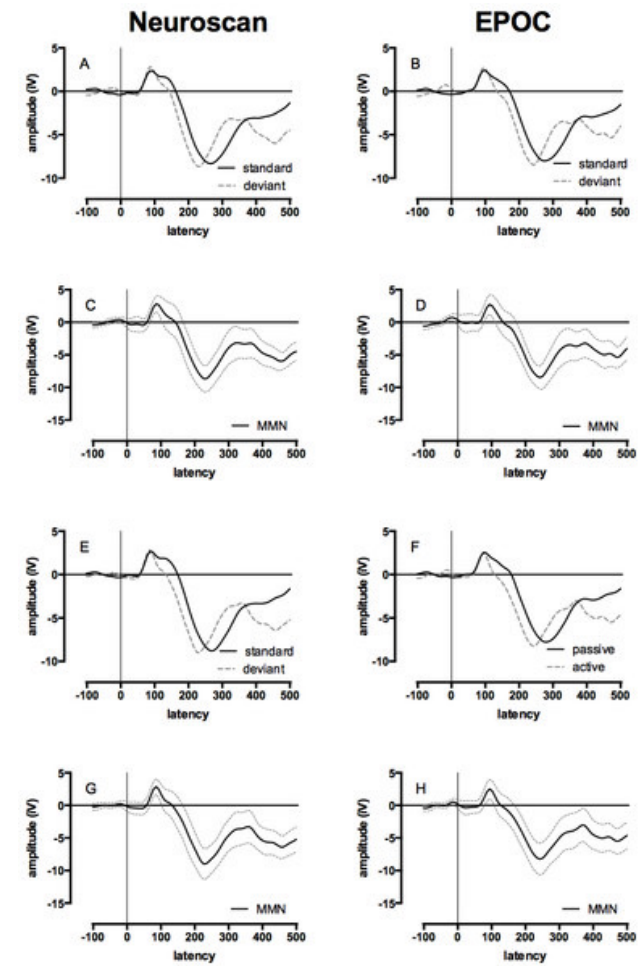
Las características de la señal que queremos captar, condiciona la electrónica que utilizaremos
Un ejemplo.....



ECoCh

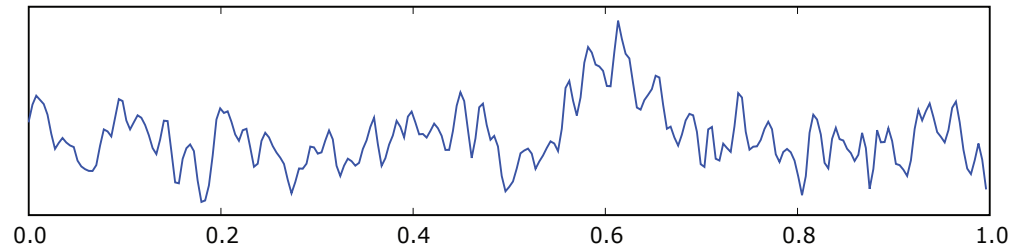


MMN

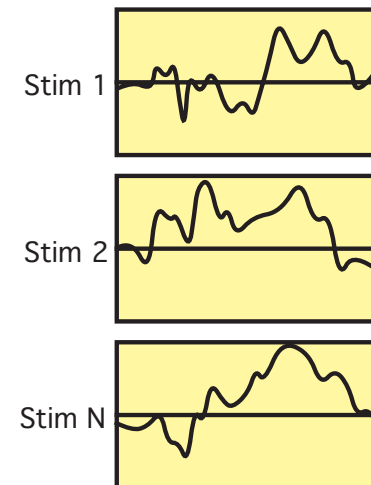


Registro Amplificación Conversión
A/D **Procesamiento**
/ análisis

Registro sostenido

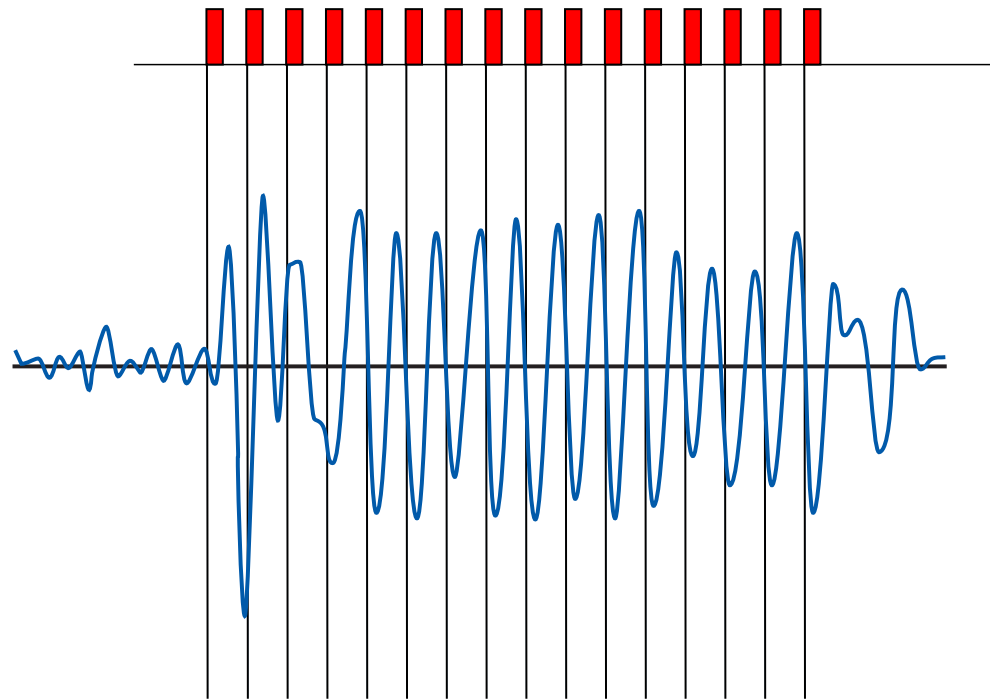


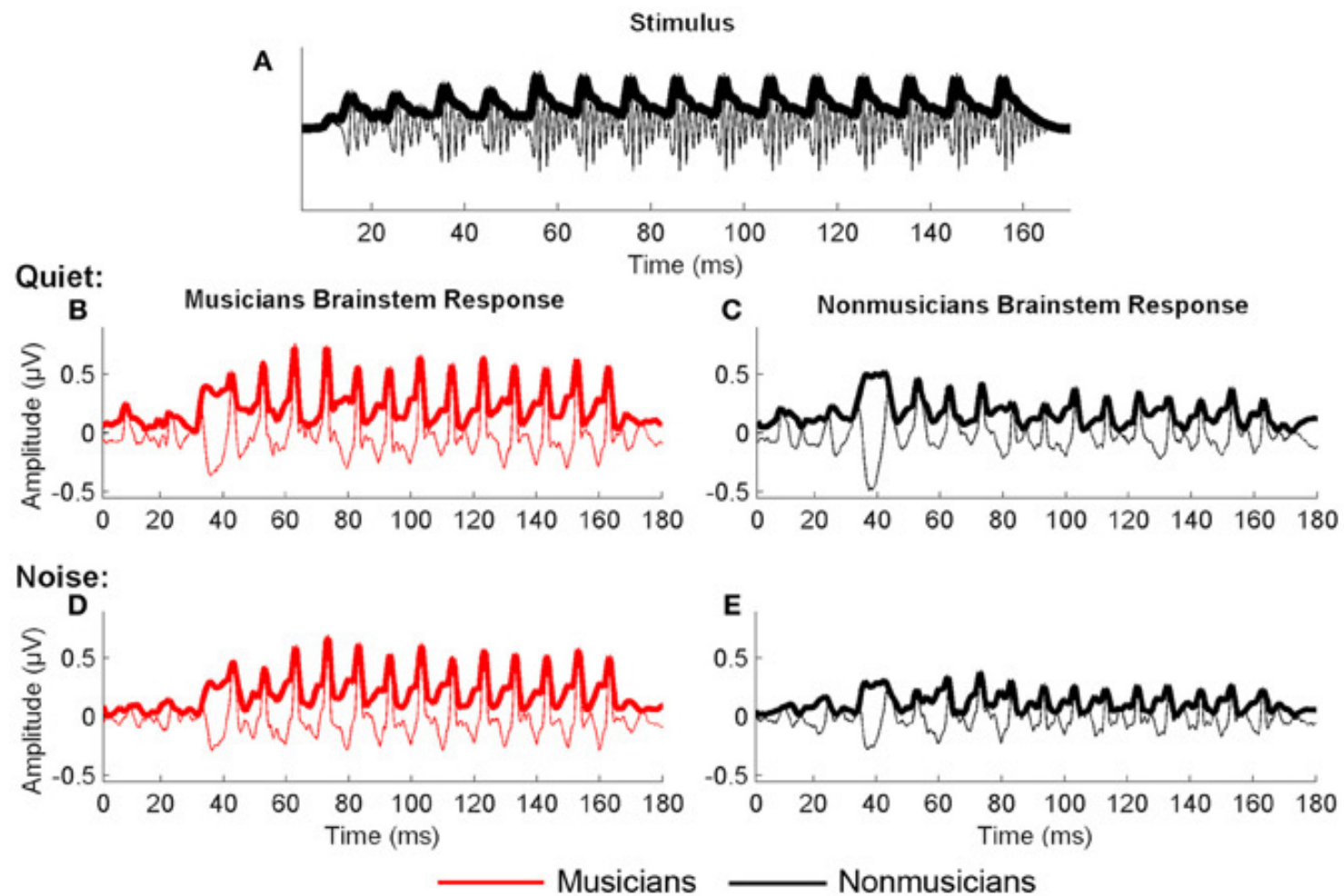
Registro Transiente



Stimuli
(clicks)

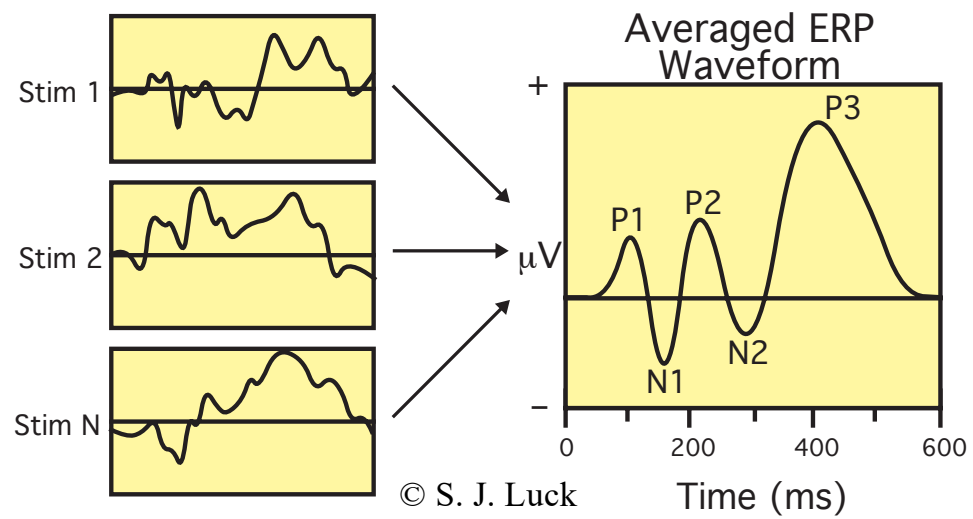
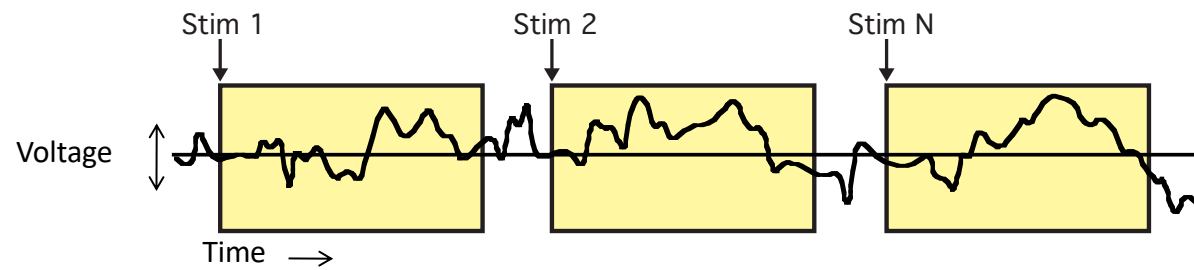
EEG



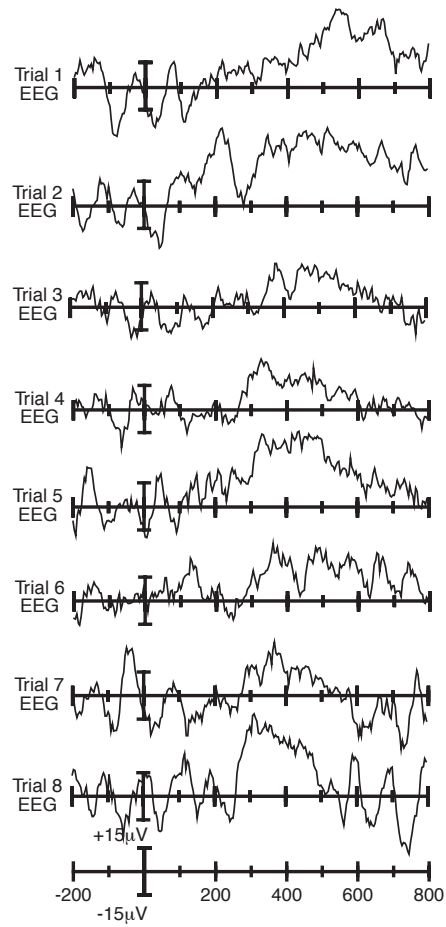


Promediación

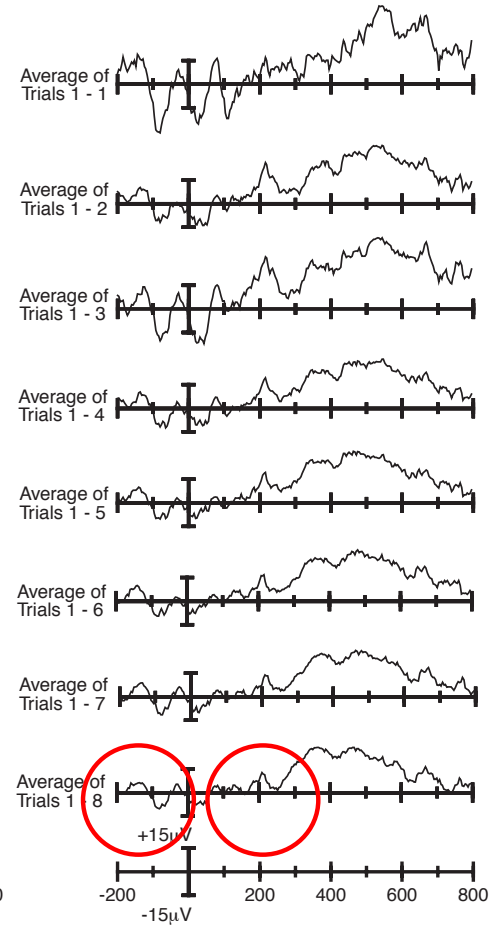
La respuesta auditiva no varía cuando el estímulo se repite, no así los valores de ruido que se agregan a cada repetición que fluctúan aleatoriamente con valores positivos y negativos que tienden a compensarse, es decir que su promedio es cero.



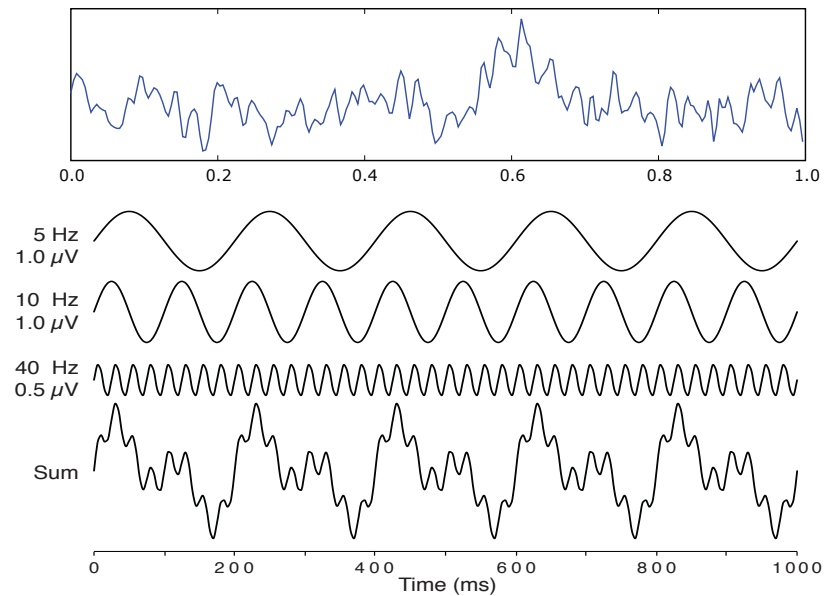
Individual Trials



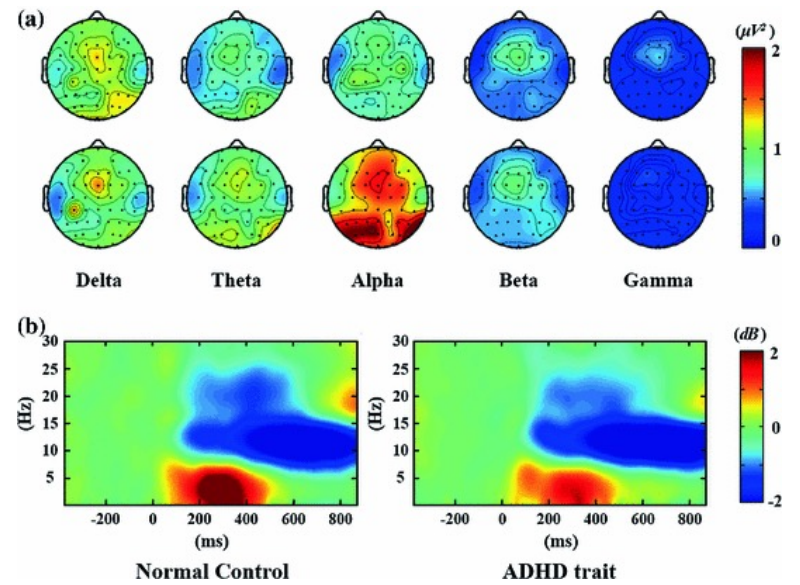
Averaged Data



Análisis de frecuencia

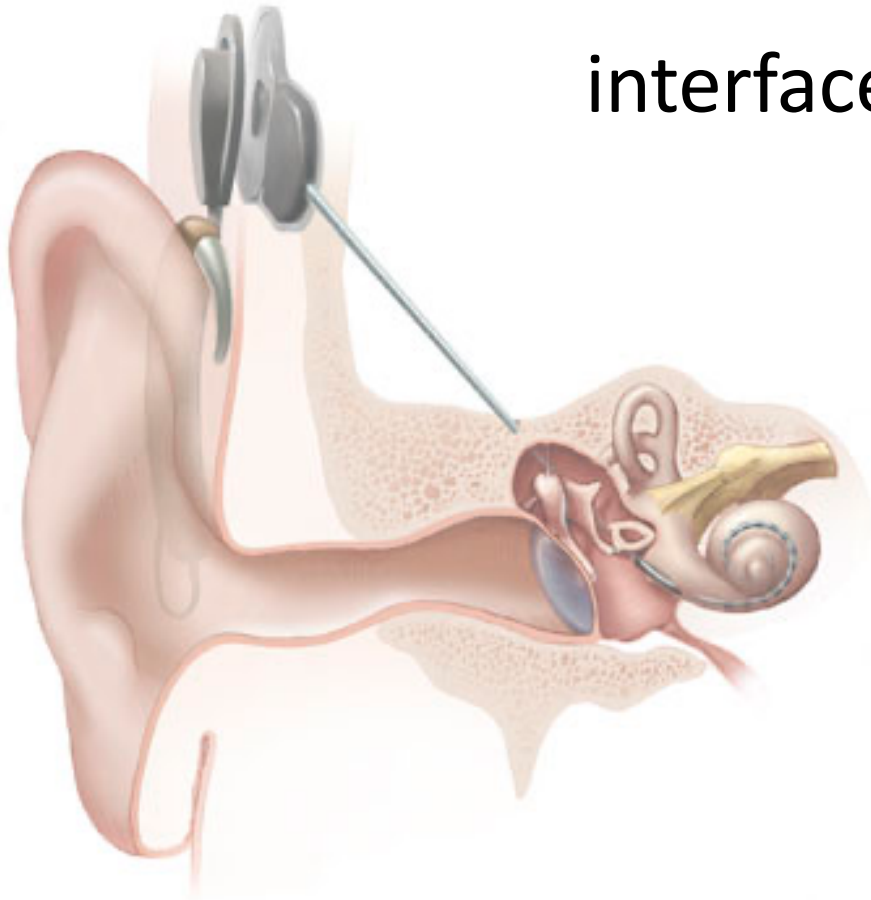


<https://en.wikipedia.org>



Kim and Im, 2018

¿Solo trabajamos con señales de entrada?



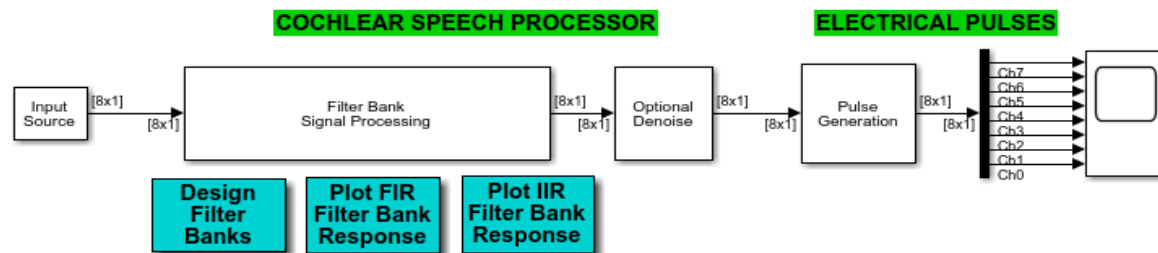
interface cerebro-máquina

Por ejemplo...
implante coclear

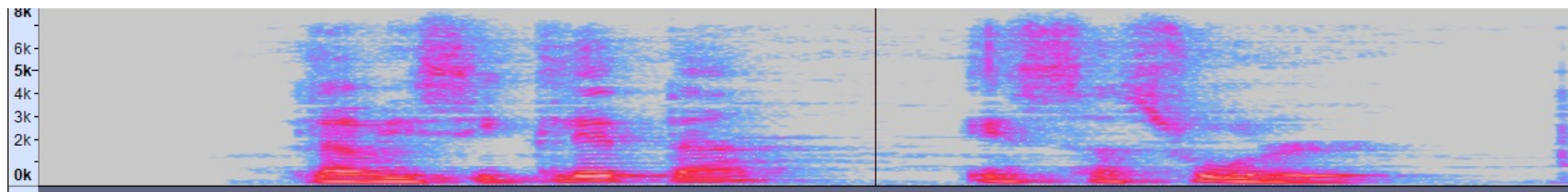
Esquema procesador implante coclear



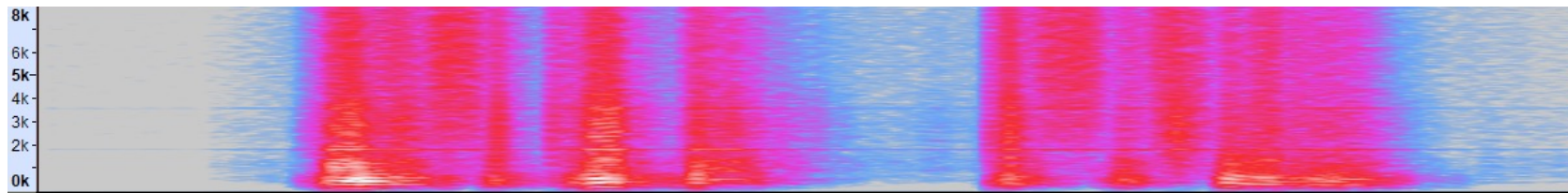
Cochlear Implant Speech Processor



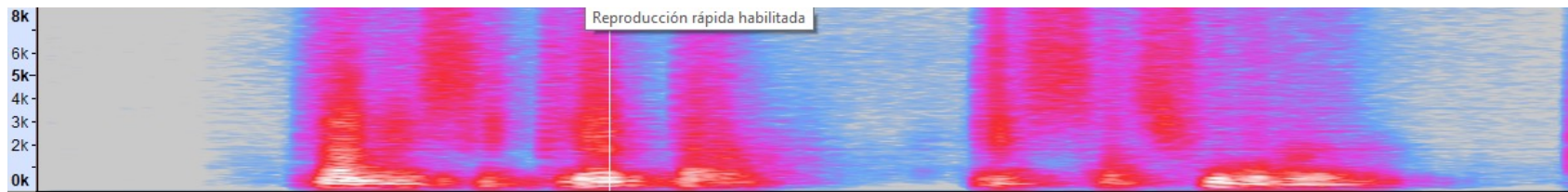
Sin ruido

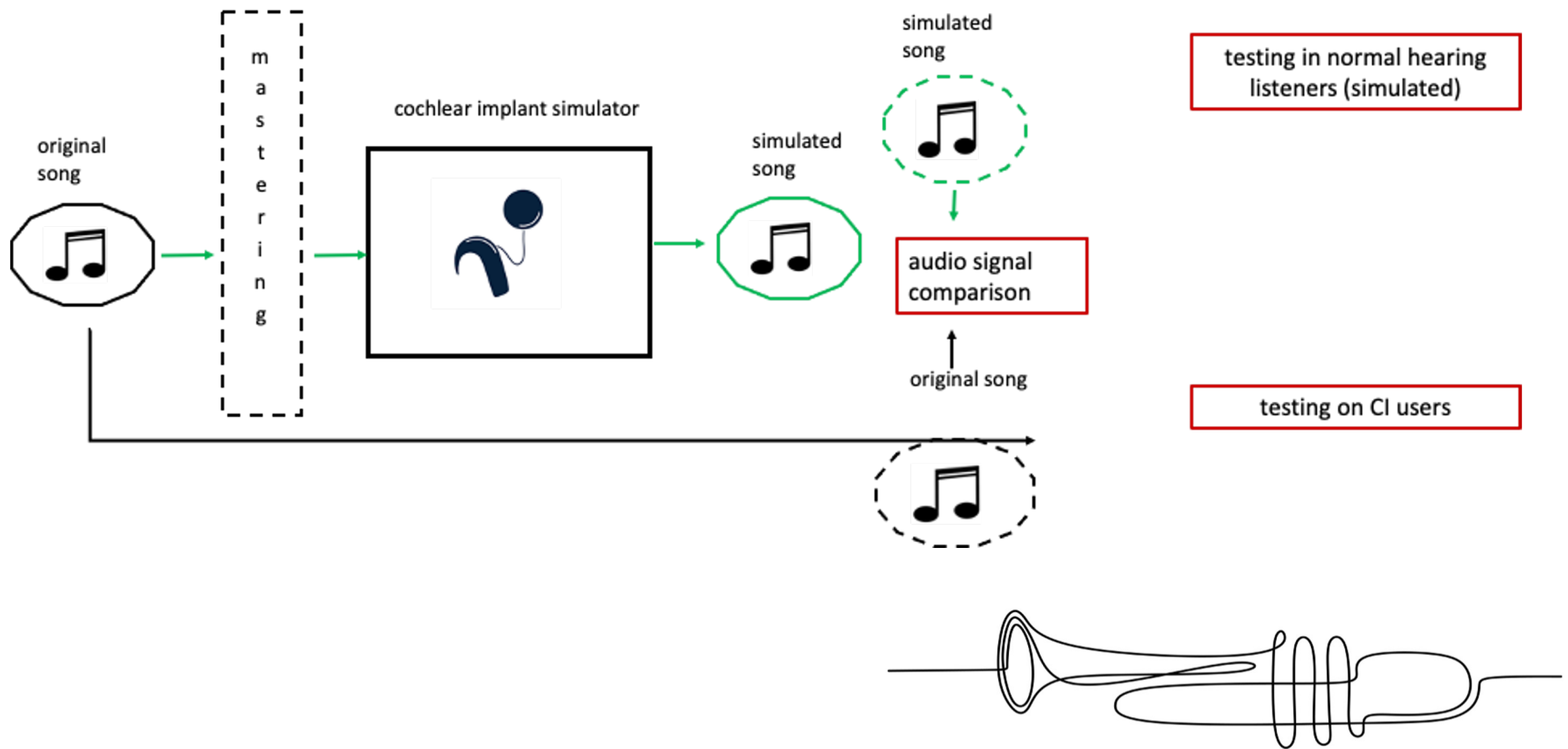


4 canales



14 canales





Gracias por su atención